# 本格的オーディオ・システム構築へ向けて

## (22) 上下動防振機構を作る (3)

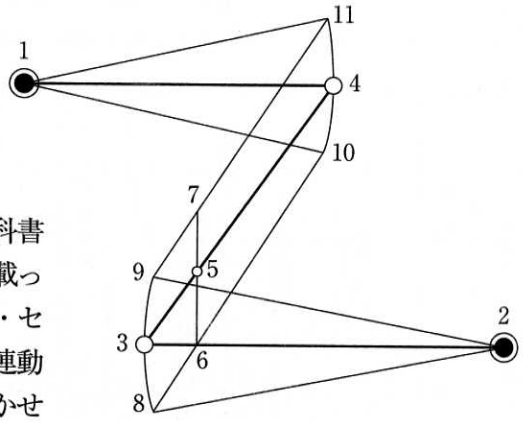
石塚 峻

### 厳正直線運動は使えるか

ここまで考察と実験をやって，問題点が少しづつ明らかになってきました．

現在頭を冷やしている最中で，直線上にのみ動く機構を改めて評価しなおしています．名前が付いている機構はすべて，リンクまたはリンクの一端にスライダーが付いたものです．元来が正確な直線になったスケールを作れなかった時代に，直線を作図するために数学者が考えたメカニズムであって，機械の一部として大きな荷重を支えたうえに，強引に直線運動をさせよう，とまでは考えていないものです．

一方，近似直線ではありますが，蒸気機関車の強荷重を前提としたワットの機構 (**第1，2図**) は極めてシンプルです．リンクはわずか3本というもので，それゆえに高い強度を得やすいのです．

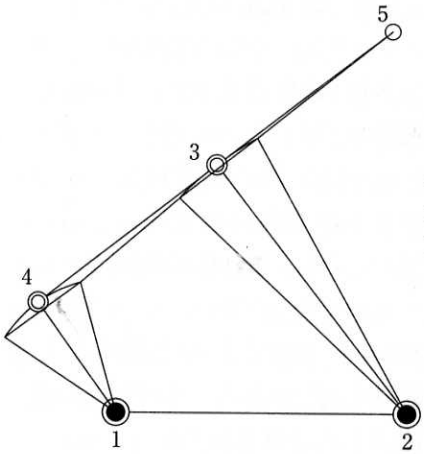



〈第1図〉
蒸気機関を発明したワットの近似平行運動①．リンク1−4と2−3を平行にすれば点5は近似直線を描く

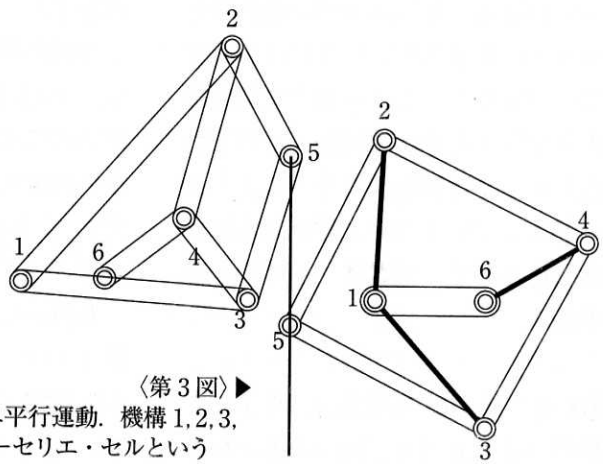
もっとも有名で，機構学の教科書には直線運動の証明がかならず載っている**第3図**のポーセリエーズ・セルでは7本のリンクがそれこそ連動して，5の点に厳密な直線を引かせます．しかし，これで強度を得ようというのは，少し考えれば無理だと直感できます．

その代わり，実際作ってみると，案外簡単にできます．多くても3種類の寸法さえ相対的に合わせておけば十分なのですから．穴の明いた直線状のプレートを買ってきてネジ止めすると，即座にできました．あまりにあっけなく，これでいいのかと思ったくらい簡単でした．

実際に動かしてみて，驚きました．本体寸法の数倍の直線が引けるのです．左側から右側に移り，さらに，左側が反転する格好になり，極めて長い直線になったのです．しかし，一見しただけで強度はなさそう，とわかります．8本のリンクのうち1本を固定するのですが，強度が取れないだろうことは，実験しなくてもわかります．第一，固定部分を持ち上げただけで全体が自重で反ってしまいます．もっぱら台上に載せて使う製図器として考えられたわけで，曲げや捩れに抗するだけの強度を期待してはいけないものでした．




◀〈第2図〉
ワットの近似平行運動②．リンク1−4，2−3が平行なとき，その2つがリンク3−4と直角に組むと，点5は近似直線を描く




〈第3図〉▶
ポーセリエ平行運動．機構1，2，3，4，5をポーセリエ・セルという

どうもこの人はリンクを対称に動かすことを得意としているようで，パンタグラフのケンプ・リバーサーなどは実に見事なものです．

さて，このケンプ＝ツェビシェフ機構は，だいぶ昔どこかで見たことがあるような気がしていました．直線運動するリンクにピックアップ・カートリッジを取り付ければリニア・トラッキング・アームになると思いついた瞬間，記憶が戻ってきました．

これは，以前ソノボックス社の故長崎元博氏のところで見せていただいたものだと思います．コブラ型のPUケースに収められ特許出願図で，その特許も下りたものの，量産には至らなかったようです．もっとも，いまにして思えば，リニア・トラッキングは音溝の変化がすべて側圧になってしまうので好ましくなく，音溝にそのまま引かれていく吉川式が本質的に正しい，理解できますが．

今回『メカニズムの事典』(伊藤茂編)を読み直したところ，私にとっては新たな発見らしきものがありました．**第8図**のケンプ機構その3は点2が1−5と直角に直線を描くのではなく，リンク2−6そのものが直線運動するということです．気がつきませんでした．

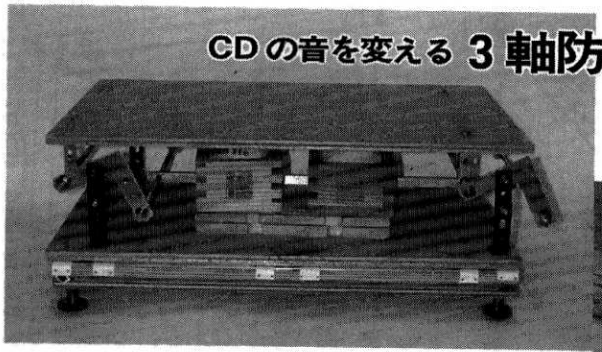
誰が考えても，私が苦し紛れにひねり出した平行クランクとスコット＝ラッセル機構の折衷案より，こちらが優れています．直線スライダーがないリンクの組み合わせだけのほうがよいに決まっています．可動リンクが8本必要とはいえ，そのうちの1本が丸ごと上下に直線運動するのです．

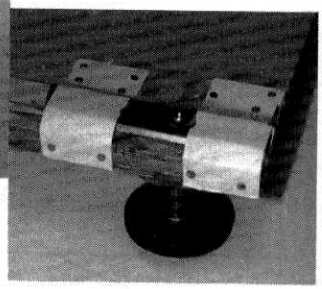
ただ，難癖を付けようとは毛頭思っていませんが，いったい何を目的として考えたのでしょう．汎用性の点ではワットの近似機構にとても及びません．ただ単に，リンクそのものを直線運動させたかった，という興味だけだったのかもしれません．それでも使えるところには使えます．

結局，新しいメカニズムとやらを持ち出すより，先人が考えていたものを適所に置くのが合理というものなのでしょう．早い話が，私などが考えつくものならば，先人が作っていて当然であり，先例がないのであれば，それはどうせ大したものではありません．

# CDの音を変える3軸防振台

石塚　峻



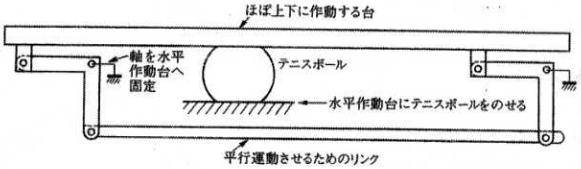


●防振台の全景とクローズ・アップ．V型のアルミ材に板バネを貼ってスベリをよくしている．玉はベアリング用鋼球，両側紙はストッパ

### CDプレーヤは振動に弱い

音溝を機械的に追跡していくLPレコード・プレーヤが外部振動に敏感であろうとは，直感的に思いつきます．しかし，CDプレーヤもまた登場してすぐに“針跳び”を起こすと皮肉られ，いまでは音が跳ばないまでも，振動によってたいそう悪くなると多くの人に信じられています．

振動が再生音に影響を与える現象




●垂直軸防振台の構造．実験としてはこれで十分

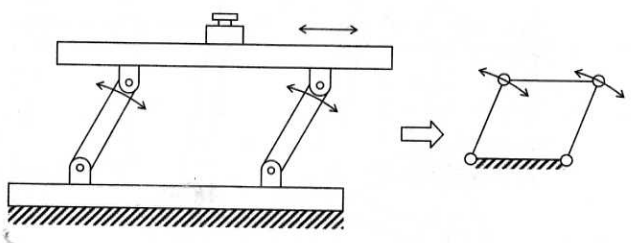
●2006年12月号のメカでは上下動防振台が上にあるが，これを下にすればよい

## 荷重が偏ると上下動が渋る

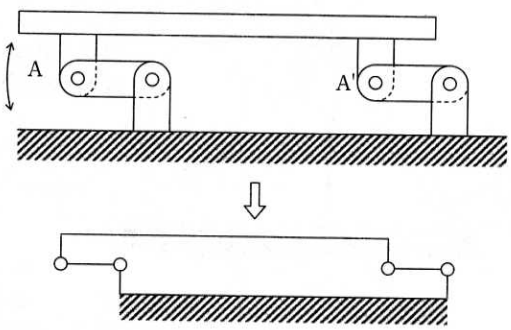
頭を抱えているばかりではなく，一応作っておいた機構の評価実験を平行して行っていました．

片持ちながら，中心から見て対称に組んだ最初のメカニズムは，ナットの締め付け次第ですぐに動作が渋ってしまったので，移動ブッシュ当てを2個用いた両持ちに直して，組み立てが容易になったことを，前回に報告しました．

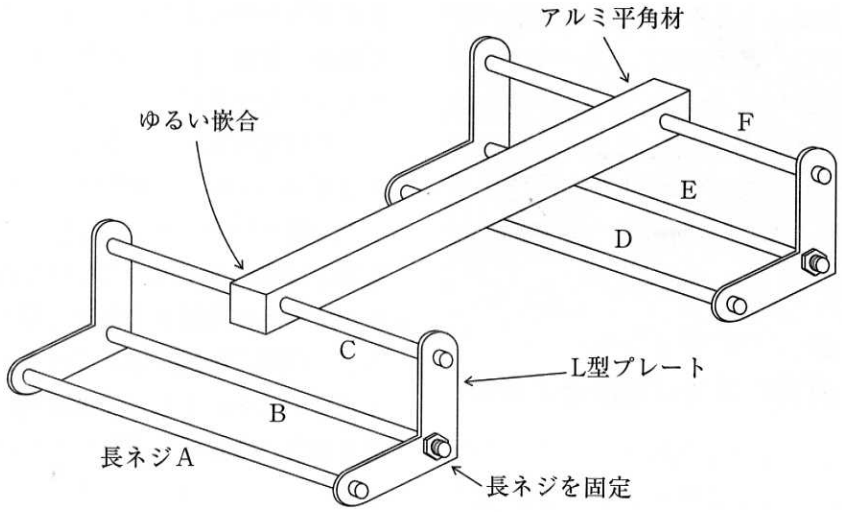
押しバネを装着する前に，荷重をわざと片寄らせて，荷重のかかっていない方を上下させてみると，困っ



〈第9図〉平行クランクによる上下動メカ．可動リンクを立てれば効果は大きいが，水平動が大きくなる




〈第10図〉
可動リンクを水平に近づけると左右動は小さくなるが，死点ができる




〈第12図〉2006年12月号に発表したメカニズム

も，直立に近いリンクの回転軸が2個所あり，荷重が大きくなれば，回転のために必要なクリアランスによって，動作を妨げるであろう，と考えました．それは実験機を作って確かめています．

それでは，とばかり，上下動に比べて左右動の振幅を小さくするにはどうすればよいのか，と考えると，**第10図**のように，リンクを水平位置付近で使えばよいのです．だがしかし，このままでは平行クランクにしても死点となり，台が容易に傾いてしまうことに気がつきました．

それならば，荷重を受けるリンクと台を水平にするクランクを分けて考えようとしたのが**第11図**です．苦し紛れの方策でしたが，実に安定で，ガタも小さくなりました．

荷重が最初にかかる腕の先の軸受けは，滑り軸受けから始めましたが，軸受けの径をわざと大きくしてナイフ・エッジのようにしてあります．1種の転がり支持になりましたが，滑り軸受けより改善されたものです．正直に申し上げると，オイルレス・メタルとプラスチック製ブッシュを交換しながら試験していて，ふと軸受けのはずしてしまえば，転がり支持になるのではないが，それなら試すくらいの価値はあるだろうとの思いつきが功を奏しました．

さて写真の金具は，木工家具の背面を補強するものらしいL字型の鉄製のプレート(**第12図**)をそのまま使いました．適当なところに正確な穴が明いているのがよいのです．ケガいてポンチを打っても，相対的に穴の位置はずれるもので，特の私のようにやっつけ仕事で試作するものにとっては下穴が明いていると，ほんとうに助かります．

軸は，単に長い全ネジです．平行クランクにする目的で，アルミの平角材を通していますが，ここはキリ穴ではなく，下穴を開けて，タップを立て，嵌め合わせています．軸が鉄のネジそのものだったので，嵌合に適したアルミを使ったのですが，ガタが小さく，滑りも上々といったところで，こちらは我ながらめずらしくうまくいったと思っています．

組み立ての順序は，まずアルミ平角材の棒と全ネジを滑り嵌め合いとしておき，水平の台の上で，L字型プレートを左右合わせて取付け，そののち軸受けにセットし，台が擬似的にせよ上下に動くようにしたものです．一見，粗雑な工作ですが，見た目よりも手間はかかっています．

これでスムーズに動いてはくれましたが，前述したように，上下動に伴って左右動が派生してしまいます．こうして派生した左右動成分はまったく振動がなかったところにも生じているわけですから，批評氏のように，“これで間に合わせる”のではどうにもおもしろくありません．

なんらかの形で打ち消しを与えなくては収拾が付かないのです．でなければ，ケンプ機構のガタを追い込んで，荷重の片寄りに負けないようにしなければいけません．

## 上下動のメカを下にすればよい

以上を整理してご説明します．面倒くさいと嫌われる作業ですが，少なくとも今回は，このお陰で，解決しあぐねていた問題が7年ぶりにそれこそあっけなく解けたのです．“灯台もと暗し”——目の前に解決策はぶら下がっていたのです．

考えてみると，**第11図**の上下動に伴って派生した誤差成分は単純な水平動でした．これは外部振動とは別に，新たに水平動が加わったのと同じことです．ならば水平動で受け流せるではありませんか．水平動を免ずる仕組みは2006年のモデルでは下にありましたが，これはもともと水平動の免振機構に擬似上下動を足したから，こうなったのでした．

上下動の上に左右動を与えて，誤差分を打ち消せるのですから，いままでの水平動機構をそのまま上下動機構の上に載せれば，十分なのです．別にリンクを複雑に組み合わせて厳正直線運動を作る必要などなかったのです．もっとも，水平動機構が下にあったとしても，誤差成分は上下動機構全体を水平移動させるわけで，感度こそ低下しますが，それなりに誤差も補正していることにはなっていますが……．

それでは，早速，試作にかからねばなりません．